

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H01M 10/48

H02H 7/18

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99810991.6

[43] 公开日 2001 年 10 月 17 日

[11] 公开号 CN 1318211A

[22] 申请日 1999.9.2 [21] 申请号 99810991.6

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

[30] 优先权

代理人 王 勇 陈景峻

[32] 1998.9.16 [33] GB [31] 9820132.0

[86] 国际申请 PCT/GB99/02897 1999.9.2

[87] 国际公布 WO00/16429 英 2000.3.23

[85] 进入国家阶段日期 2001.3.16

[71] 申请人 泰科电子有限公司

地址 英国威尔特郡

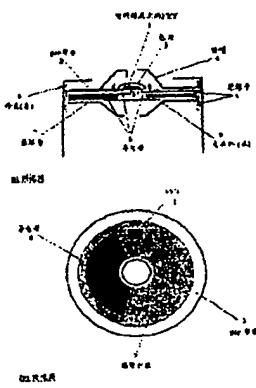
[72] 发明人 G·F·霍珀 R·彭尼克 古田将典  
佐藤隆 鸟居重文

权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图页数 20 页

[54] 发明名称 电池过放电保护

[57] 摘要

本发明涉及防止过放电电路, 特别涉及防止过放电过电流电路, 更具体涉及防止过放电过电流电路, 其包括: 有 FET 的防过放电电路和保护 FET 的防过电流电路。本发明包括有这种保护电路的原电池和二次电池和包含这种保护电路的电池组件。包含本发明的防过放电过电流的保护电路的电池包括: (1) 电解质; (2) 与电解质电接触的构成正和负电极件的一对电极件; (3) 一对分别与相应电极件电连接的外部连接端头; (4) PTC 元件和 FET 的源和漏串联连接在一个电极件与相应的外部连接端头之间, 栅电极端头与另一电极件连接。当电极件之间的电压降至预定值以下时, 通过停止供给外引出端电流, FET 防止过放电。当电极件之间的电流超过预定值时, 通过停止给外引出端供电流, PTC 元件防止过电流, 由此也防止过电流的损坏, 保护 FET。



ISSN 1008-4274

## 权利要求书

1. 一种电池，包括密封在外壳内的与电解质材料电接触的正和负的电极部件（也可设一种电极部件），设有正的和负的外连接面积，使用电池时，该正的和负的外连接面积用于电连接到负载或其它电路，其中，过放电保护（ODP）电路最好是设在外壳里的半导体器件或集成电路，并电耦联在电极部件与所述的一个连接面积之间，以便当电池供给的输出电压下降低于预定电平之下时能基本终止电池放电。  
5
2. 按权利要求 1 的电池，其中，ODP 电路包括电连接的场效应晶体管（FET），当所述输出电压下降到使 FET 基本上停止导通的电平时，使电池电极部件与一个所述连接面积之间的电路中的电流基本停止流动。  
10
3. 按照权利要求 2 的电池，其中，FET 的源电极电连接所述电极部件的一个，它的漏电极电连接到所述外连接面积中相关的一个面积。它的栅电极电连接到另一个所述电极部件和相关的另一个连接面积。  
15
4. 按权利要求 2 或 3 的电池，其中，经 PTC 元件 FET 的栅极能有效电连接。  
20
5. 按前面任一权利要求的电池，其中，过电流保持（OCP）装置与 ODP 电路一起密封在外壳中，最好使它们真正紧密地相互接触。  
25
6. 按权利要求 5 的电池，其中，OCP 装置包括 PTC 元件，最好包括在叠层电极之间填充有导电颗粒的有机聚合物材料。  
30
7. 按权利要求 5 或 6 的电池，其中 ODP 电路和 OCP 装置是固定在一起构成的一个单一单元。  
25
8. 按权利要求 7 的电池中用的单元，包括与所述 OCP 装置固定在一起的所述 ODP 电路。  
30
9. 按照权利要求 5 的电池，其中，OCP 装置包括半导体集成电路器件。  
25
10. 按权利要求 9 的电池，其中，OCP 集成电路与 ODP 组合在单一的半导体集成电路器件中。  
30
11. 按前面任一权利要求的电池，其中，有 ODP 电路和 OCP 装置（如果 OCP 存在），要对它（它们）进行密封，以保护它（它们），  
25

使其不与电池进行化学接触。

12. 按权利要求 10 的电池中，用集成电路器件作为所述的单一器件是适宜的。

5 13. 一种电池，它有外壳，具有放在电池外壳里边或外边的组合成单个单元的防止过放电和过电流的保护装置。

14. 一种电池，包括：

10 (a) 电解质；(b) 与所述电解质电接触的正电极件和负电极件；(c) 一对外部连接头，分别与相应的电极件电连接；和(d)，防止过放电过电流的保护电路，包括 FET 和 PTC 元件，所述 PTC 元件和所述 FET 的源电极和漏电极串联连接在电极件之一与相应的外连接端之间，所述 FET 的栅电极连接到另一电极件，当电极件之间的电压降到预定值以下时，供给外部连接端的电流停止，所述的 FET 防止过放电；当电极件之间的电流超过预定值时，通过限制给外部连接端供给电流，所述 PTC 元件防止过电流，以此保护 FET 不被过电流损坏。

15 15. 一种电池组件包括：(a) 多个电池，每个电池包括电解质和与所述电解质电接触的正电极件和负电极件；(b)，一对外部连接端，分别电连接到相应的电极件；和

20 (c)，防止过放电过电流的保护电路，包括 FET 和 PTC 元件；所述 PTC 元件和所述 FET 的源电极和漏电极串联连接在电极件之一与相应的外部连接端之间，所述 FET 的栅电极连接到另一电极件，当电极件之间的电压降到预定值以下时，停止供给外部连接端的电流，所述 FET 防止过放电；当电极件之间的电流超过预定值时，通过限制供给外部连接端电流，所述 PTC 元件防止过电流。由此也能防止过电流损坏 FET。

25 16. 按前面任一权利要求的电池或电池组件，其中，所述电池或电池组是一个或多个原电池。

17. 按前面任一权利要求的电池或电池组件，其中，所述原电池或多个原电池是锂电池。

30 18. 按前面任一权利要求的电池或电池组件，所述 ODP 电路中引入 FET，其中，所述 FET 是 MOSFET。

19. 按前面任一权利要求的电池或电池组件，所述 ODP 电路中引入 FET，其中，所述 FET 是 P-型 FET，设在所述负电极件附近。

20. 按权利要求 1-18 中任一权利要求的电池或电池组件，  
所述 ODP 电路中引入 FET，其中，FET 是 n-型 FET，设在所述正电极  
件附近。

21. 一种防止过放电过电流的保护电路，包括 PTC 元件和  
5 FET，适合于连接在电池中，电池包括：(a) 电解质，(b) 与所述电解  
质电接触的正电极件和负电极件；(c) 一对外部连接端，分别与相应的  
电极件电连接；

所述 PTC 元件和所述 FET 的源电极和漏电极能串联连接在所述的  
一个电极件与相应的外部连接端之间，所述 FET 的栅电极可与另一电  
极件连接；

当电极件之间的电压降到预定值以下时，通过停止供给外部连接  
端电流，所述的 FET 用于防止过放电。

当电极件之间的电流超过预定值时，通过限制供给外部连接端电  
流，所述 PTC 元件防止过电流，由此也保护 FET 不被过电流损坏。

15 22. 按权利要求 21 的防止过放电过电流的保护电路，其中，  
所述 PTC 元件的起动时间比因过电流 FET 将损坏的时间短。

23. 按权利要求 17 或 18 的防过放电过电流的保护电路，其  
中，PTC 元件是聚合物 PTC (PPTC) 元件。

## 说 明 书

### 电池过放电保护

本发明涉及带过放电保护的电池及与它连接用的装置，所述的电  
5 池可以是能再充电的（“二次”）电池，也可以是不能再充电的（“原”）  
电池。

众所周知，电池外壳或原电池的外边用有控制电路，但电池组件  
10 的外壳中装有两个或更多的原电池，其具有分开的集成电路，电路  
板，和用于读出和控制电池运行状态的分立 FET。“过放电”有时也  
叫“深放电”，意思是说电池的放电量大到使电池内出现不可逆损坏  
15 的程度。这是不希望发生的。美国专利 4785229 和 5179337 提供了防  
止能再充电的电池过放电的多种措施，用包括场效应晶体管（FET），  
例如金属-氧化物-硅 FETL（即 MOSFET）的保护电路，该电路连接到从  
再充电电池到负载的传导电流上，使电池上的电压电位在能保持 FET  
20 导通的阈值电压上。当电池电压下降到低于阈值电压时，FET 随之截  
止，使放电减小到可以忽略的程度，因此能防止电池过放电。

本发明涉及极便利的电池，它取消了耦联到过放电保持装置的隔  
离电路，一方面，它有简单的 FET 保护电路，保护电路最好安装在本  
25 身就封装在电池内的塑料衬底上。本发明既能用于二次电池也能用于  
原电池。按本发明的电池包括：封在外壳内与电解质材料电接触的正  
和负电极部件（外壳也可以是一个电极部件），设有外部正和负连接  
面积，使用电池时，它们电连接到负载或其它电路。其中，最好是用  
半导体器件或集成电路形式的过放电保护（ODP）电路设在外壳中，  
并在电极部件与所述的一个连接面积之间进行电连接，当电池供给的  
输出电压下降到预定电平以下时，使电池放电基本上终止。

本发明对任何可能被过放电损坏的电池都有用，例如对镍-铬  
(Ni-Cr) 电池或特别是锂电池都有用。

本发明的优选方案涉及的电池包括：过放电过电流保护电路。更  
30 具体涉及由有 FET 的防止过放电的电路和保护 FET 的过电流保持元件  
(PTC 元件) 组成的防止过放电过电流的保护电路。原电池或二次电  
池均有这种防止过放电过电流电路，电池组件包括有这种防止过放电  
过电流电路的多台原电池或二次电池。

本发明的该优选方案中，还考虑到与电池相关的过电流问题。当连接到电池的电路短路时，电池会释放出过大的电流并发热。因此，必须保护电路或电池本身不因过大的电流和热而损坏。

与防止过电流的保护电路类似的元件是用陶瓷或最好是用聚合物制成的有正温度系数的元件（PTC 元件）。PTC 元件是用导电材料颗粒分散在聚合物衬底中制成的聚合物（PPTC）制成的，元件的电阻值极小，电流小于或等于预定值，当电流超过预定值时，电阻值急剧增大，使电流基本上截止。PPTC 最好是把上述聚合物层夹在两个平放的平板电极之间。这种元件的详细情况请看美国专利 4,237,441, 4,238,812, 4,255,698, 4,426,633 和 5,801,612。此外，PPTC 也可以从 Raychem 公司得到，商品名是“Polyswitch”。

因此，除 FET 过放电保护装置之外，本发明优选方案的优点是，它包括对过电流的保护，由此可减小出现过电流现象时过电流对电池和/或 FET 造成过放电损坏危险。OD 和 OC 组成的保护对设在壳内的电池或有多个电池的电池组件都特别有利，但它造成了更换被损坏的保护电路的困难。

本发明见解在于考虑到现有技术中存在的上述问题，本发明的目的是，提出了有防止过放电和过电流保护电路的电池，即使出现了过电流现象也能保持过放电保护能力。

本发明的另一目的是，提出有这种防止过放电过电流的保护电路的电池组件，并提出了这种防止过放电过电流的保护电路。

为达到上述目的，按本发明第一方案的电池包括：(a) 电解质；(b) 用电解质电接触的正电极件和负电极件；(c) 分别与相应的电极件电连接的一对外部连接引出头；和 (d)，包括 FET 和 PTC 元件的防止过放电过电流的保护电流，PTC 元件和 FET 的源电极和漏电极串联连接在一个电极件与相应的外部连接引出头之间，FET 的栅电极连接到另一电极件，当电极件之间的电压下降到低于预定值时，停止供给外部连接引出头的电流，防止 FET 过放电。当电极件之间的电流超过预定值时，通过制止电流供给外部连接引出头，PTC 元件防止过电流。由此，也能防止过电流损坏 FET。

此外，按本发明第二方案提出的电池组件包括：(a) 多个原电池，每个原电池包括电解质和与电解质电接触的正电极件和负电极

件；(b) 分别电连接到相应的电极件的一对外部连接引出头；(c) 包括 FET 和 PTC 元件的防止过放电过电流的保护电路，最好在电池组件内，PTC 元件与 FET 的源电极和漏电极串联连接在一个电极件与相应的外部连接引出头之间，FET 的栅电极连接到另一电极件。当电极件之间的电压下降到预定值以下时，停止供给外部连接引出头的电流，FET 防止过放电，当电极件之间的电流超过预定值时，制止电流供给外部连接引出头，PTC 元件防止过电流，由此，也能防止过电流损坏 FET。

按本发明第三方案的防止过放电的过电流的保护电路，包括 PTC 元件和 FET；PTC 元件和 FET 的源电极和漏电极串联连接在一个电极件与相应的外部连接引出头之间，FET 的栅极连接到另一电极件；当电极件之间的电压降到预定值以下时，停止供给外部引出头电流，FET 防止过放电；当电极件之间的电流超过预定值时，制止电流供给外部引出头，PTC 元件防止过电流，由此也能防止过电流损坏 FET。

按本发明的该方案，不仅防止电池和与它连接的外部电路出现过放电现象和过电流，而且，即使在出现过放电现象之后也能保持防止过放电的保持能力。此外，本发明由于在过电流现象中保护了 FET，因而能有效延长电池的寿命，而且，也能消除因电池上加反向偏置电压时所出现的电位激增。

通过以下参见附图对发明的详细说明，将会更清楚本发明的其它特征和优点。

最好 ODP 电路包括场效应晶体管 (FET)，最好是电连接的 MOSFET，当所述输出电压降到使 FET 基本截止的电平时，在电池的电极部件与所述连接面积之一之间的电路断开。通过选择 FET 的特性能控制截止电压。通常较好的是，FET 的源电连接到一个所述电极部件，它的漏电连接到对应的一个所述外部连接面积，它的栅电连接到所述的另一个电极部件和对应的另一个连接面积。

当 FET 是 P- 沟道型时，P-FET 最好位于电池的正端。反之，FET 是 n- 沟道型时，n-FET 最好位于电池的负端。

经正温度系数 (PTC) 元件电连接到 FET 的栅极能有效进行常规的温度控制。例如，可用 PTC 丝，或 PTC 条或衬底上的 PTC 布线构成栅连接，因此，当电池的温度上升到 PTC 断开阈温度以上时，FET 截

止。

本发明的优选形式中，过电流保护 (OCP) 装置与 ODP 电路一起封装在外壳中，使它们紧密实际接触。OCP 装置包括例如已知的 PTC 元件：陶瓷 PTC 元件或最好聚合物 - 正温度 - 系数 (PPTC) 器件中的一个，后者包含填充有导电颗粒的有机聚合物材料组合物的导电聚合物组合物。导电聚合物组合物最好夹在两层电极之间，例如美国专利 US - A - 4237441 (MP0280), US - A - 4238812 (MP0281), US - A - 4255698 (MP0291), US - A - 4426633 (MP0764), 和 US - A - 5801612 (MP1574) 中描述的。可从 Raychem 公司购买到合适的 PPTC 元件。商品名是 10 “PolySwitch”。

ODP 电路和 OCP 器件可以固定在一起构成单个单元。按本发明，还包括电池中用的另一单元。该单元包括：与所述 OCP 装置固定在一起的 ODP 电路。另一种形式的 OCP 装置包括半导体集成电路器件，OCP 集成电路可与 ODP 电路组合在单个半导体集成电路器件中。本发明中 15 也包括适用于电池中的作为所述的单个器件用的集成电路器件。

发明另一个主要方案是提供一种电池，该电池有外壳和放在电池外壳内或外的组合成单个单元的过电流和过放电保护。

本发明提供极安全和高稳定的电池，它有防止过放电过电流的保护电路和有相同性能的电池组件。按实施本发明的最佳模式，所谓的 20 有正温度系数的 PTC 元件，最好是聚合物 PTC (PPTC) 元件，用作防止过电流电路的基本构件和 FET，最好是 MOSFET，用作防止过放电元件。最好在单个衬底上防过放电元件与其它必需的电器件一起形成为固体电路，而且，电池或电池组件与防过电流元件一起封在外壳中。

FET 的源电极连接到电池的正或负电极件，漏极连接到外引出头 25 边，栅电极连接到负或正电极件，即没有与源电极连接的电极件。此外，假若 FET 是 P 型，FET 最好设在电池的正电极一侧，假若 FET 是 n 型，FET 最好设在电池的负电极一侧。该 PTC 元件可与 FET 的栅串联插在电池的正或负电极件与 FET 的源电极之间，也可与 FET 的栅并联。此外，PTC 元件可设在电极件与不接 FET 的一侧上的外部引出头 30 之间。

若电池电压，更准地说，是 FET 的源电极和栅电极之间的电压大于预定阈值电压时，之后，FET 的源电极与栅电极之间的电阻值将小

到实际上是可以忽略不计，因此，若认为 FET 是开关，那么开关就闭合，电池输出预定电压。但是，若电池电压，更准地说，是 FET 的源电极与栅电极之间的电压低于预定阈值时，FET 的源电极与栅电极之间的电阻值急剧增大，这样就出现了类似于开关的断开状态。因此，  
5 在该状态下，电池不输出电流。

如果因为某些原因，电池中包括的电路电流超过预定的额定电流，最好使得在由电池的几乎全部电流流过的位置上提供的 PTC 元件将出现电流截止，以保护外电路，以防止因过电流损坏电池和 FET。这种情况下，当过电流出现得比外电路的过电流更快时，PTC 元件需要时间来截止电流，那么，电池和 FET 就会被过电流损坏。最好是  
10 PTC 元件的截止时间应比 FET 的损坏时间更短。

按本发明的一个模式，有防止过电流功能的 PPTC，有防止过放电功能的 FET 和其它电子器件全部装在电池里。另一模式，电池组件包括装入外壳里的多个电池和有防止过电流功能的 PPTC 元件和有防止过放电功能的 FET。此外，按本发明的另一模式，防止过放电过电流的保护电路用有防止过电流功能的 PPTC 元件和有防止过放电功能的 FET 和其它电子器件构成。  
15

发明的形式用附图中所示的实例表示。其中，  
图 1 是典型的锂电池帽的示意图；  
20 图 2 是图 1 所示电池帽加了 FET 的示意图；  
图 3 是 FET 和衬底的透视图；  
图 4 是 n-沟道 FET 的一个可能的位置；  
图 5 示出典型的电池结构；  
图 6 是 OD + OC 的可能的组合装置；  
25 图 7 组合的 OD + OC 装置的可能的集成电路；  
图 8 和 9 是电路图；表示用单个 FET 和 PTC 元件的按本发明的防止过放电过电流保护电路的最基本的电路结构；  
图 10 是基本的 OC 保护电路；  
图 11 是 OD + OC 的组合保护电路；  
30 图 12 是电路图，画出按本发明的用 3 个 FET 的防止过放电电路的电路结构，该电路减小输出电压对电流的依赖性。  
图 13 和 14 是图 9 和 12 所示电路的性能曲线图；

图 15-17 是用基本电路结构证实本发明的防过放电性能的测试结果曲线图；

图 18 是电路图，表示通过接收部分电池电压而使 FET 被激活的电路结构；

图 19-21 是曲线图，画出用有 3 个 FET 的电路的用以证实本发明的防止过放电性能的测试结果；

图 22 是通过部分电池电压的作用分别使两个 FET 被激活的电路结构的电路图；

图 23 和 24 证实过放电保护和过电流保护两个性能的测试中用的电路结构图；

图 25 和 26 是图 23 和 24 所示电路的测试结果曲线图；

图 27 是测试结果曲线图，用它证实用电池放电而使电压下降来接通防止过放电保护电路。

参见附图：图 1 是典型的锂电池帽的结构示意图；图 2 是加了 FET 的锂电池帽的示意图。

像所述的 PTC 元件那样，在通常的组装工艺中，可以看到安装在它的衬底上的 FET 将构成要装入电池中的元件，可用任何常规方式构造成到 FET 的 3 个连接，例如用加压接触，最好是用与 PPTC 部分常用的已知的接触方式相同的方式。

图 3 是 FET 衬底的透视图。这里示出了一个三维部件。衬底是交替构成的多层叠层结构，例如，小面积的柔韧的多层印刷电路板材料。主要特征是，导电层的上和下表面上设有源和漏接头，第三导体埋入层中，提供栅接点。可以看到 FET 是安装在塑料衬底上的裸片构成的，之后，粘接并密封。在这一点上，芯片的封装步骤与新潮卡片的廉价制造工艺相似。

如图 2 所示，FET 设在电池的正端，有利于 P- 沟道器件的使用。为了使导通态电阻值减到最小，要求用 n 沟道 FET，这时 FET 最好设在电池的负端。图 4 示出了这样一种可能，特别是在这种情况下，其它的所有装置都要进行适当的密封或包封，这种密封或包封本身是已知的，而且要能保持 FET 和相关元件，使它们不与电池的化学接触。

所建议的 FET 的两个设置位置与栅电极连接是非常困难的。在 P- 沟道 FET 的情况下栅接触负的外壳，而 n- 沟道 FET 的情况下栅接

触正的电池引出头。图 5 画出了典型电池的内部结构, [“Modern Batteries”ed. Vincent and Scrosati, John Wiley 1997]。注意, 两种结构中, 由于 FET 有本身固有的高栅电阻, 因此, 允许栅连接中有明显的电阻值。这就可以提供对电池的超温保护有用的所述的 PTC 5 连接。

可以提供与过电流保护例如: 作为单个部件的已知的 PTC 器件组合在一起的过放电保护的 FET 的带式安装。图 6 是组合示意图。以后要更详细说明的其它特征是, 过电流和过放电功能一起集成在硅片中, 这种情况下, 元件简化成单个集成芯片 (图 7), 或成互相连接的 10 多个分立芯片以提供各种保护功能。

图 8 和 9 画出两种器件极性的过放电电路。这两个图中和以后的 15 电路图中主要电流通路中的 FET 标示成 Q1。操作如下, 当电池电压超过 FET 的阈值电压时, 晶体管导通, 电池正常供给电流。当电压下降到低于 FET 阈值电压时, 在小电压范围内 FET 逐渐截止, 最后使电池放电降低到可以忽略不计的电平。选择 FET 的阈值电压以适合所要求的电池截止电压, 例如, 有些地方的电压可能在 1-3V 范围内, 这与电池的放电特性和所需的电流输出有关。

图 9 的电路用可变的 DC 源模拟电池进行了校验。提高 FET 特性的指标包括精确而稳定的阈值电压和适当的低电阻值, 后者主要与 20 FET 的价格有关。图 13 是  $V_{out}$  和  $V_{in}$  的关系曲线, 它表示该电路的性能, 该电路中, FET 从通用整流器选用 IRL3803 器件。绘出外部电路中可得到的电压与供电端电压的函数关系, 其外部负载电阻分别是 1000Ω, 50Ω, 6Ω 和 3Ω 这几个数值。

在电压靠近其阈值电压处的 FET 的电阻值引出了对负载上的 25 外部电压的依赖, 见图 13。在某些情况下该优点允许输出电压下降, 以按要求的增大值而逐渐供给电流。在另一些情况下, 要求减小输出电压与所要求的电流之间的依赖性, 可用有更高跨导的 FET 和/或者用图 12 所画电路, 来达到减少依赖性的要求, 图 14 中画出用所述的 IRL3803 型 FET 的电路性能。

让电路变得更复杂一些会进一步提高性能。例如, 用一个已知的 30 带电压基准装置的比较器可以减小电路对 FET 的阈值电压的依赖性。或者, 用 DC-DC 转换器给出与直接从电池获得的电压不同的电

压, 由此增大 FET 类型的有效范围. DC-DC 转换器用于过电流保护电路已由 US-A-5319515 (RK435COM) 公开.

FET 放电保护电路可与以 FET 为基础的过电流保护电路相结合. 图 10 画出了基本的过电流保护电路. 已经说明了更完善的型式 (自动重新设置, 低电压负荷, 温度补偿等等). 例如 Raychem 公开的以下的专利说明书中描述的, 它们是 WO-A-9207402 (RK425COM), WO-A-9207403 (RK434COM), WO-A-9212561 (RK440), WO-A-9210878 (RK443), WO-A-9301639 (RK460), 和 WO-A-9411936 (RK476).

图 11 中示出过电流与过放电保护的组合电路. 图 11 中所示的电路操作简要说明如下.

由于放电或过大的电流而使电池电压下降时, 主要通路中的 FET 断开. 在过电流的情况下, 第二 FET 促使断开, 保持开路状态直到消除不正常的负荷为止.

组合电路给极个别的过放电和过电流电路提供以下优点:

(i) 在主电流通路中只有单个器件出现, 缓解低阻值要求; (ii) 提供 FET 操作所需的电压与主电流通路无关, 因此, 两个分装置的直接组合有性能上的优点. (iii) 如果温度依赖性成了问题, 就可以在所述的已公开的电路基本形式中引入一个比较器, 该改进形式的电路显示出在 -40 至 120°C 的范围内操作与温度完全无关.

图 8 是按本发明的有防止过放电过电流保护电路的电池的基本电路结构的电路图. 图中, 标有“负载”部分的引出头是正和负外部引出头, 并在标有“负载”的部分连接外部电路. 在图中所示电路结构的情况下, 设置 PTC 元件和 P-型 FET, 是为了在正电极一侧的电极件与正的外引出头之间的位置. 即, 在邻近正的外引出头的电池内的位置直接以电极件进入外电极. 该 FET 的源端连接在 PTC 元件一侧, FET 的漏电极连接在正的外引出头一侧. 另一方面, FET 的栅极连接在负电极件与负的外引出头之间.

在电流低于阈值电流的正常使用状态下, 若电池电压大于或等于阈值电压, 之后, PTC 元件的电阻值变成小到可以忽略不计的值, 因而 FET 的源电极与栅电极之间的电压大致等于电池电压, 所以允许电流在 FET 的源电极与漏电极之间流动. 换句话说, 电池在外引出头之

间输出电压。若电池电压低于阈值，FET 截断源电极与漏电极之间的电流，结果，外引出头之间的电压基本为 0。另外，当外电极短路和电流超过阈值时，PTC 的电阻值急剧增大，同样使外电极之间的电压基本为 0。

5 图 9 画出了用 n-型 FET 的防止过放电过电流的保护电路的基本结构，与图 8 所示情况的差别是，FET 连接在电池的负电极件与负的外引出头之间，因而位于电池的负的外引出头附近的正常位置，栅电极连接到电池的正电极件与正的外引出头之间。这种情况下，若电池电压超过标准阈值和电流小于阈值，之后，PTC 元件和 FET 的电阻值都将基本上为 0，因此与图 8 所示情况相同，电池将输出外引出头之间的电压。与上述情况类似，若电池电压降到阈值以下或电流超过阈值，外引出头之间的电流也会变成基本上为 0。

10 15 图 15-17 是为证实当电池电压下降到阈值以下时 FET 将截止电流所做的测试结果曲线图。但是，测试中，可变的 DC 电流（以下为了简化叫做“电池电压”）加到用变压器代替电池的电路上。外引出头之间的电阻（以后叫“外部电阻”）采用 1 欧至 1 千欧的 5 种类型的电阻。

20 图 15 中水平轴表示电池电压，垂直轴表示加到外电阻值上的电压。由于受 FET 和 PTC 元件自身的电阻值的影响，因此随外电阻值的变化运行状态上稍有不同。当电池电压在至少是 2V 的范围内时，电池电压和加到外电阻上的电压大致相同，FET 电阻可以忽略不计。但是，电池电压在低于 2V 的范围内时，加到外电阻值上的电压为 0，表明 FET 截止电流。2V 左右的电压使 FET 的阈值出现急剧变化。

25 与图 15 一样，图 16 中水平轴表示电池电压，垂直轴表示 FET 的源电极与栅电极之间的电压（以下叫“FET 电压”）。当电池电压在超过阈值的电压范围内时，FET 的电压为 0，表示 FET 电阻值为 0。另一方面，若电池电压低于阈值，FET 电压变成等于电池电压，表示 FET 电阻可被认为是无穷大。

30 考虑到图 15 和 16 所示的上述倾向，在电池电压大于阈值（相当于开关断开）时电阻值大致为 0 时 FET 表现出驱动性能。电池电压小于阈值（相当于开关闭合）和电阻值大致是无穷大时，FET 表现出驱动性能。图 17 画出 FET 的输出，并指出当电池电压接近阈值时会发

热。

上述测试结果清楚显示出 FET 的转换特性或截止特性。也表明电压阈值与外电阻值稍微有关，这种结构认为能满足一般使用。图 12 所示电路结构中消除了外电阻值的影响，并在恒定阈值实现转换。图 5 是其中有 3 个 n-型 FET 级联的电路图。其中，FETQ1 连接在负电极件与负的外引出头之间，被并联在 FETQ1 与外电阻之间的 FETQ2 的漏电极连接到 FETQ1 的栅电极，被并联在 FET1 和 FETQ2 的栅电极之间的 FETQ3 的漏电极连接到 FETQ2 的栅电极。部分电池电压供给 FETQ3 的栅极。该结构与图 8 和图 9 所示结构的差别是，有多个 FET 串联，FETQ3 的栅电极不接收电池供给的全部电压而只接收电池供给的部分电压。  
10

用两个电阻给栅极加部分电池电压，在不是整个电池电压低于阈值时，而是部分电池电压低于阈值时就可能截断电流。换句话说，通过给栅极加部分电池电压，可使电路的阈值电压与 FET 的阈值分别改变。  
15

图 18 是表示调节 FET 的有效电压的方法的电路示意图，通过设置电阻器 R1, R2，使 FET 的有效电压调节与加到外电阻上的电压无关，因而，FET 将接收部分电池供给的电压。

图 19-21 是曲线图，表示上述用 3 个 FET 的电路的电流特性，  
20 图 19-21 分别对应图 15-17。如图 19 和 20 所清楚显示的，阈值电压约为 2.4V 时，FET 的阈值几乎完全不变，与外电阻值无关。图 19 和 20 不仅指示阈值与外电阻值无关，而且还表示在阈值电压附近，当电池电压为 2.4V 或大于 2.4V 时 FET 接通，而当小于 2.4V 时截止。  
25 随后如图 21 所示，只有当电池电压在 2.4V 附近的一个极窄范围的 FET 才会发热。

图 10 和 11 是电路图，它与上述的情况不同，示出有用 FET 的防止过放电保护电路和防止过电流的保护电路的电池模型。本专业的技术人员将会发现，除开上面指出的内容之外，基于本发明的原理，可以对电路结构做出各种变化。

30 图 22 所示结构中，每个 P-型 FET 和 n-型 FET 都能接收多个电池供给的部分电压。图中所示例中，用 4 个电池串联构成电源供给部分，P-型 FET 接收正电极一侧的两个电池供给的电压，n-型 FET 接

收负电极一侧的两个电池供给的电压。结果，由于若正电极一侧的两个电池或负电极一侧的两个电池中的任何一侧的两个电池的电压降到预定阈值以下，相应的 FET 将会截断电流，与四个电池全部串联的电压相比，可以更精确地控制。图 18 所示电路中，测出所有的电池电压按预定系数按比例增大的结果，图 22 所示电路的差别是，不能测出全部电池电压，而只测出部分电池的电压。

图 23 和 24 示出用于测试的电路结构，以证实 FET 的防过放电功能，和 PTC 元件的防过电流功能。用单个 n-型 FET 和单个 PTC 元件的 A 型电路如图 23 所示，A 型电路中，在连接栅电极的正电极一侧设 PTC 元件，在图 24 所示的 B 型电路中，PTC 元件设在连接栅电极的外引出头处。进行与上述的测试相同的测试，用可变电压源代替电池，用多种电阻作为外部电阻。

图 25 是 A 型电路的测试结果曲线图。水平轴表示电池电压，垂直轴表示加到外电阻上的电压。电池电压粗略小于 2V 时，FET 截断电流，因此，加到外电阻上的电压近似为 0。另一方面，电池电压大致超过 2V 时，运行状态与外电阻值相关。外电阻值是 1 欧姆，电池电压超过 2V 时，加到外电阻上的电压会升高，但是，另一方面，当电池电压大致超过 2.4V 时，加到外电阻上的电压下降。在外电阻值是 3 欧姆，若电池电压大于 2V，加到外电阻上的电压与电池电压大致相等，但是，电池电压超过 4V 时，加到外电阻上的电压急剧下降。这是因为 PTC 元件被激活，在 1.4A 左右截断电流。当外电阻值是 10 欧姆时，PTC 元件在 12V 处被激活，其相当于 1.2A 左右的电流。当外电阻值至少是 50 欧姆时，在测试范围内 PTC 元件不被激活。所有的情况下，本发明的特性都得到证实，如电池电流达到阈值以下时 FET 截止电流，和流过电路的电流超过阈值时 PTC 元件截止电流。

图 26 是 B 型电路的测试结果曲线图。该情况下给出的结果与图 25 所示测试结果类似，它表明，无论用那种结构都有防过放电和防过电流的功能。

图 27 是测试结果曲线图，证实，用实际的电池，电压因放电而下降到阈值以下时，FET 截止电流。图 27 中，水平轴表示从开始放电经过的时间，垂直轴表示测到的电压。用  $V_{t=0}$  表示电池电压从初始的 5V 随时间下降，并下降到大致低于 2V，该电压值是经 3.3 小时后

的 FET 的阈值电压。此时, FET 的电阻值急剧上升到差不多是无穷大, 并有效地截断电流, 结果, 加到外电阻上的电压  $V_{Load}$  下降到大致为 0。加到 FET 上的电压  $V_{rot}$  再变成与外电阻上的电压  $V_{Load}$  差不多相同。由于电路在约 3.3 小时后基本上截止, 电池不再放电, 电池电压保持在 5 2V 的恒定值。从图中看到, 本发明的电路结构能有效防止电池和电路过放电。

图 1 是普通的锂原电源的剖视图, 在电池的正电极一侧上设有常规的防过电流元件。支承正电极件的支承件 9 经加压板 7 电连接到 PTC 元件 2, PTC 元件 2 也电连接到正的外引出头 4。上述的全部零件 10 经绝缘件 5 与是负的外引出头的外壳 6 电绝缘。

图 2 (i) 是按本发明的在正电极一侧设有防过放电过电流的保护装置的原电池的剖视图。与上述的常规原电池中相同的部分用相同数字指示, 图 2 (i) 所示的本发明的模型中, 导体安装在 PTC 元件上, 它们之间设有绝缘层; 除上述常规例中的元件之外, 还设有 P 型 15 FET。FET 的源电极经绝缘层连接到 PTC 元件, 漏电极连接到正的外引出头, 棚电极经绝缘件 5 连接到是负的外引出头的外壳 6。用锁缝的方法将 FET 的引出头连接到导体上。本例有图 15 所示电路的电路结构。

图 2 (ii) 是图 2 (i) 所示例从上面看的平面示意图和展示其内 20 部结构的剖视透视示意图。

图 4 是包含设在负电极一侧的防过放电过电流装置的原电池的剖视图。经接触负电极件的绝缘层设 FET31 和 PTC 元件 32。FET 的源电极连接到 PTC 元件, 漏电极连接到负的外引出头的外壳, 棚电极经导体 34 连接到正电极件。电路结构与图 9 所示的电路对应。

图 6 和图 7 是负电极一侧上的防过放电过电流部分的透视图。连接棚电极与正电极件的导体 34 经绝缘层 37 与负电极的外壳绝缘。

上述模型中, FET 和 PTC 元件相互靠近地设在电池的同一侧, 但本发明结构不限于此, 可以把 PTC 元件设在正电极一侧, 而 FET 设在负电极一侧, 或者反过来设置, 均可以。

通过给出对包括防止过放电过电流的保护电路的电池的实例, 作出对按照本发明运作的模型的上述说明。本发明不限于上面已说明过的各种模式, 本发明还包括有防止过放电过电流的保护电路的电池组

01-03-16

件，和防止过放电过电流的保护电路本身，或上述的能实现本发明技术宗旨的其它改进。

## 说 明 书 附 图

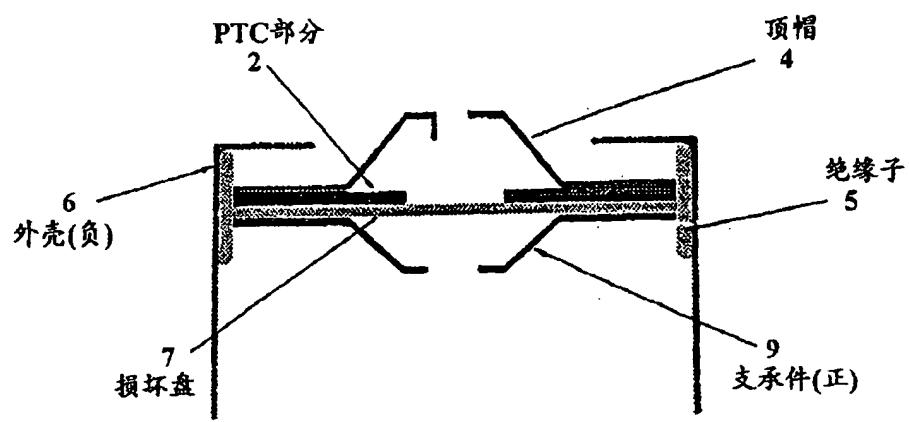
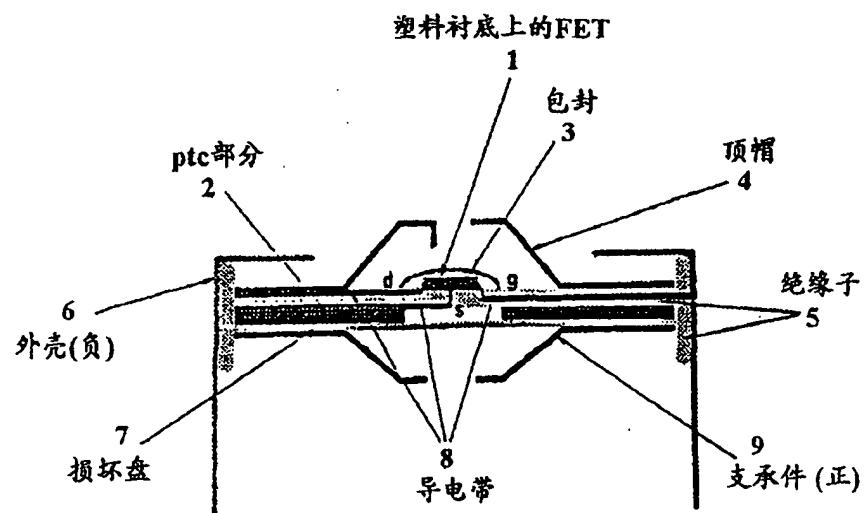
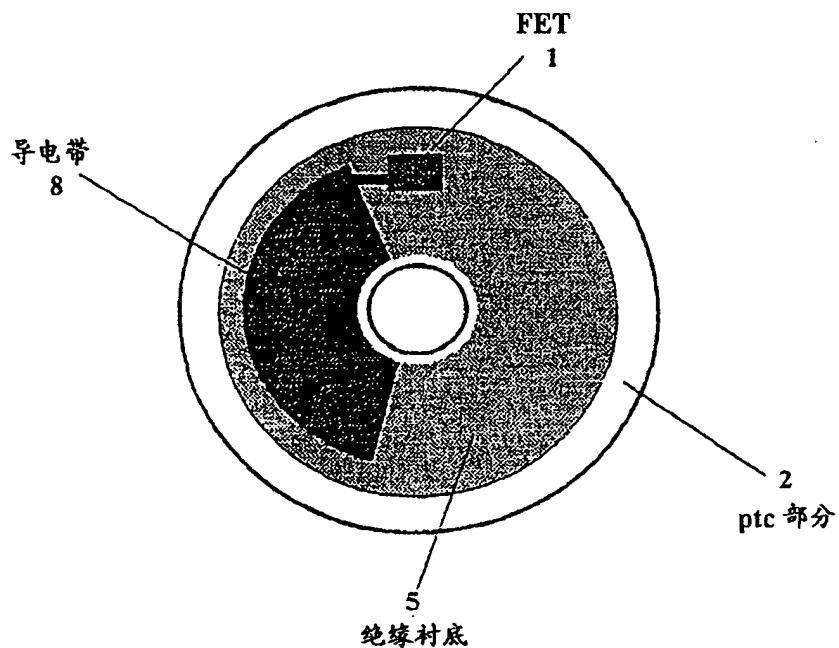


图 1



(i) 侧视图



(ii) 顶视图

图 2

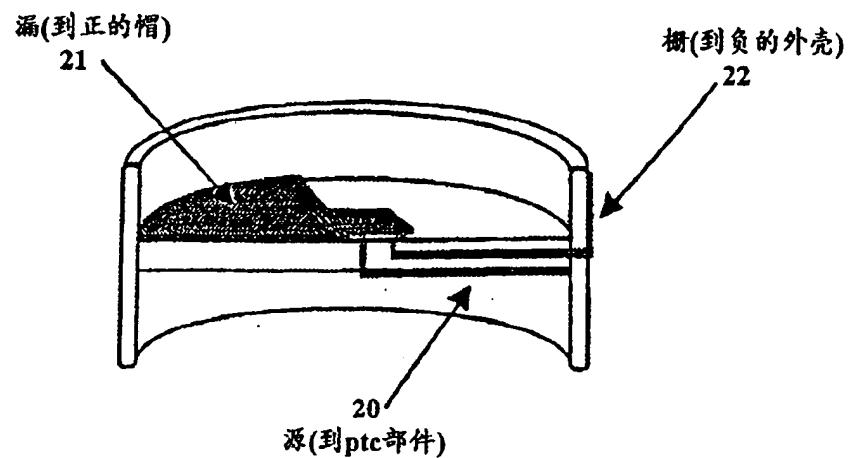


图 3

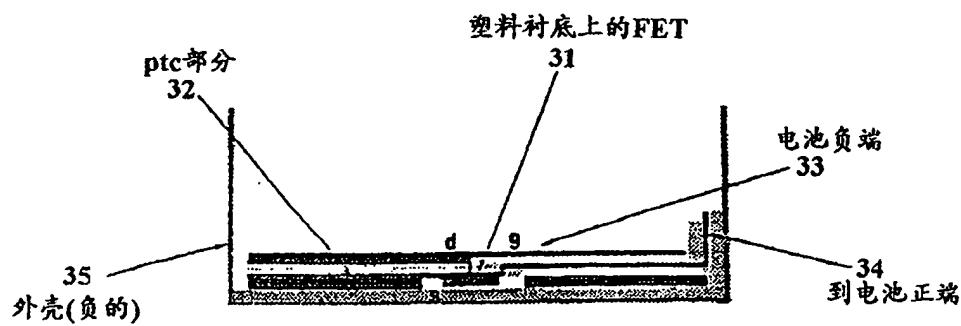


图 4

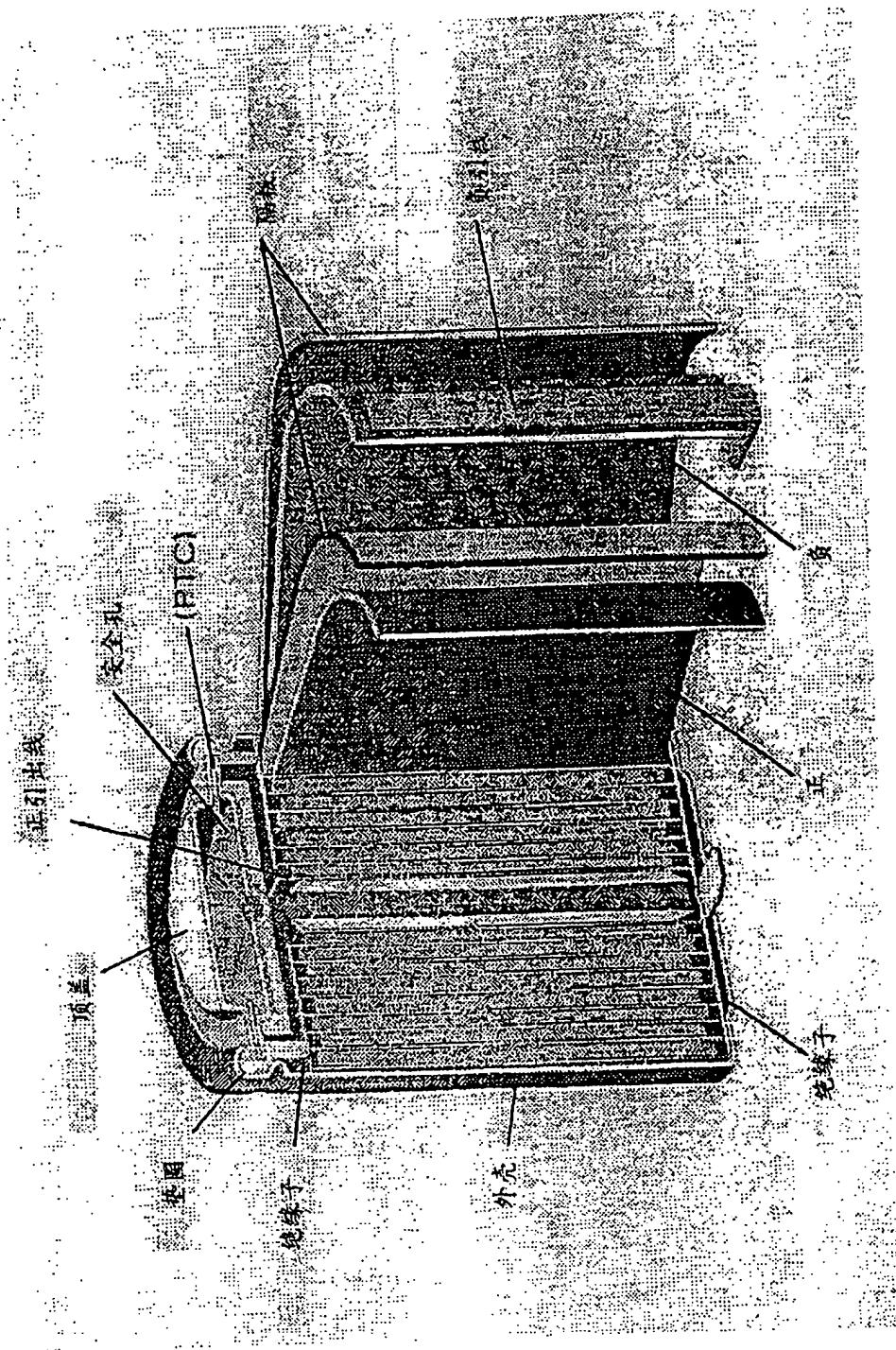


图 5

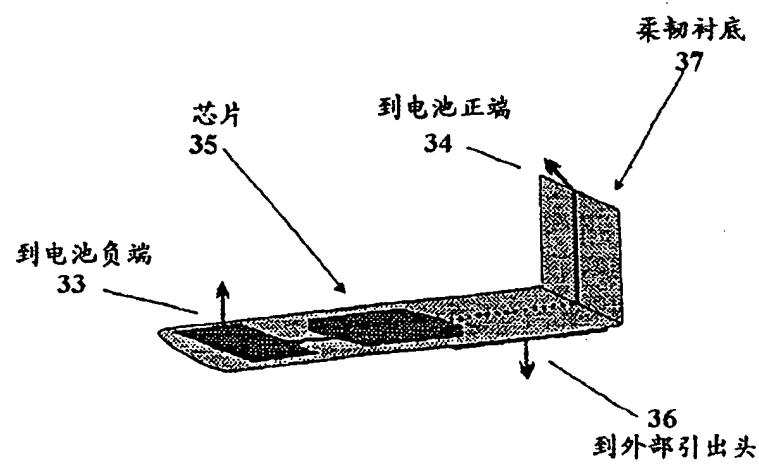
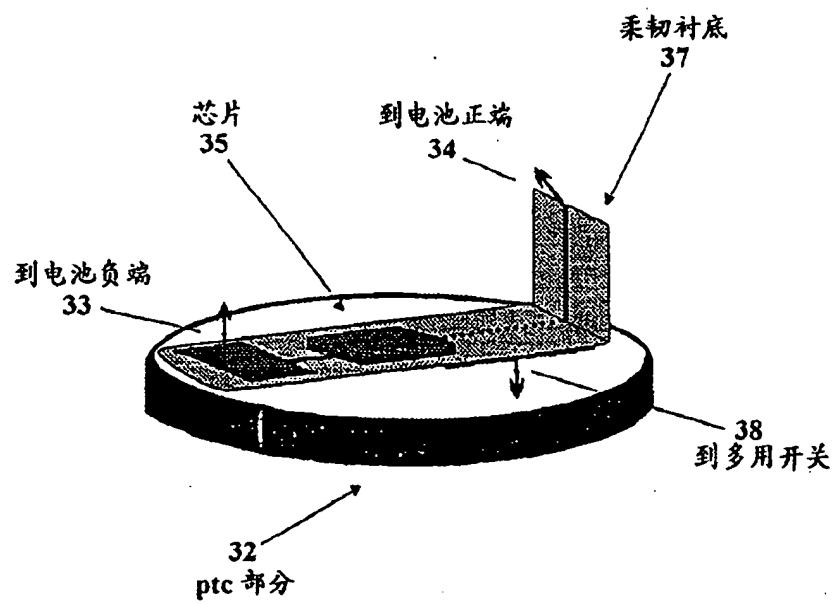


图 7

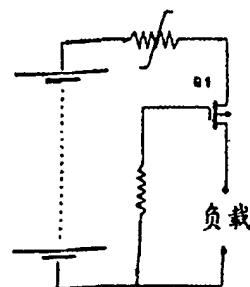


图 8 P-沟道

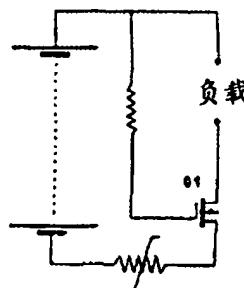


图 9 N-沟道

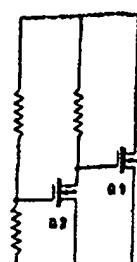
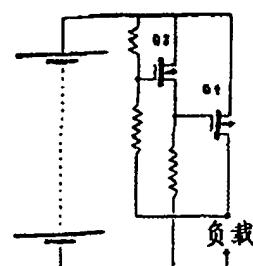
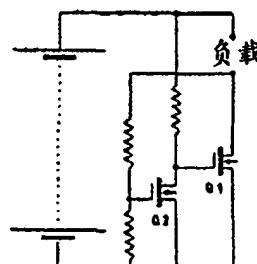


图 10



P-沟道



N-沟道

图 11

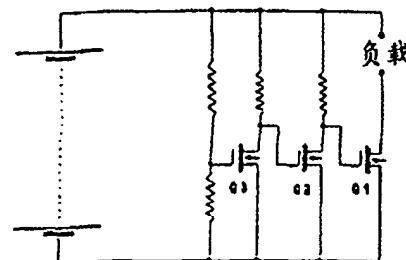


图 12

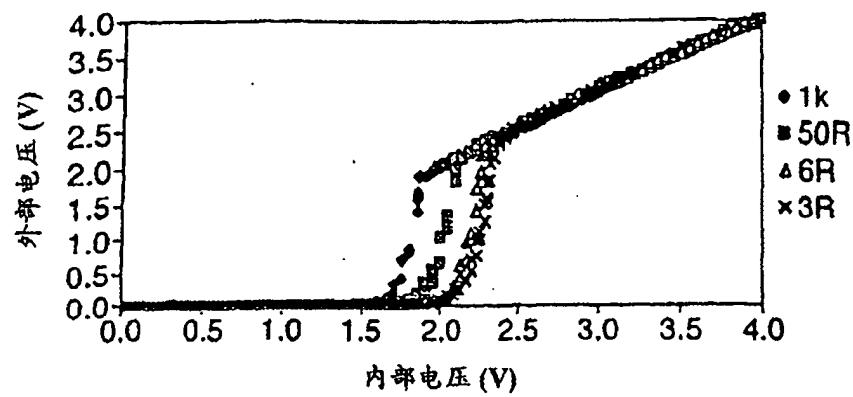


图 13

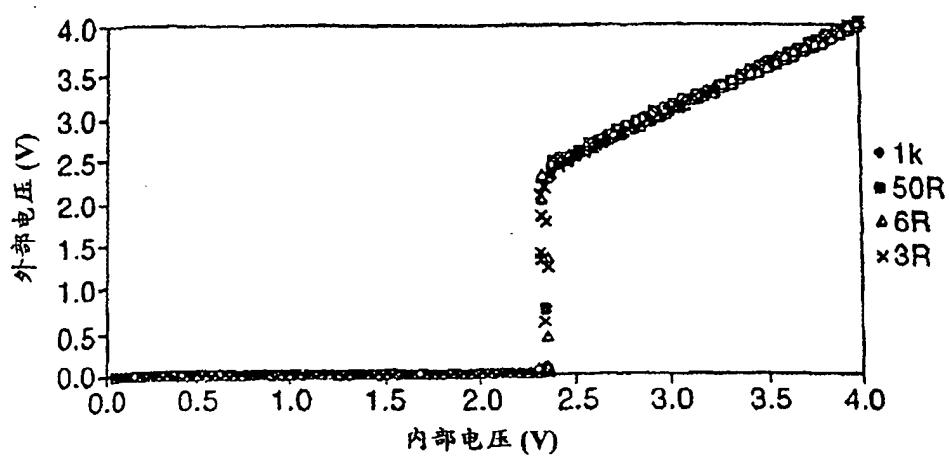


图 14

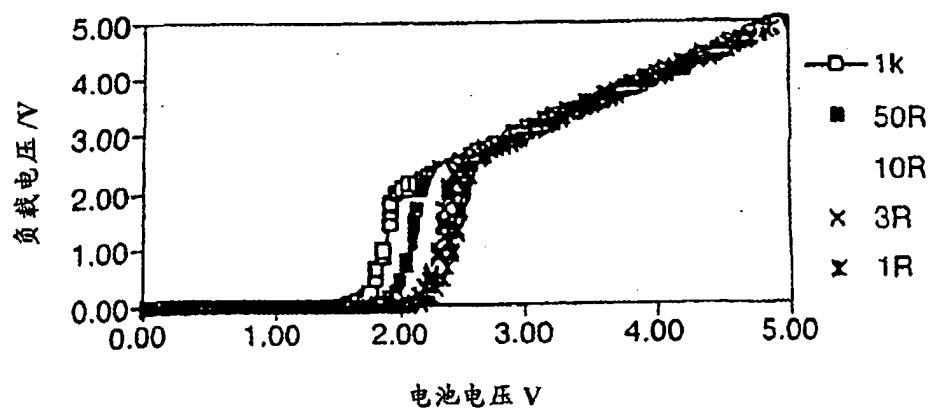


图 15

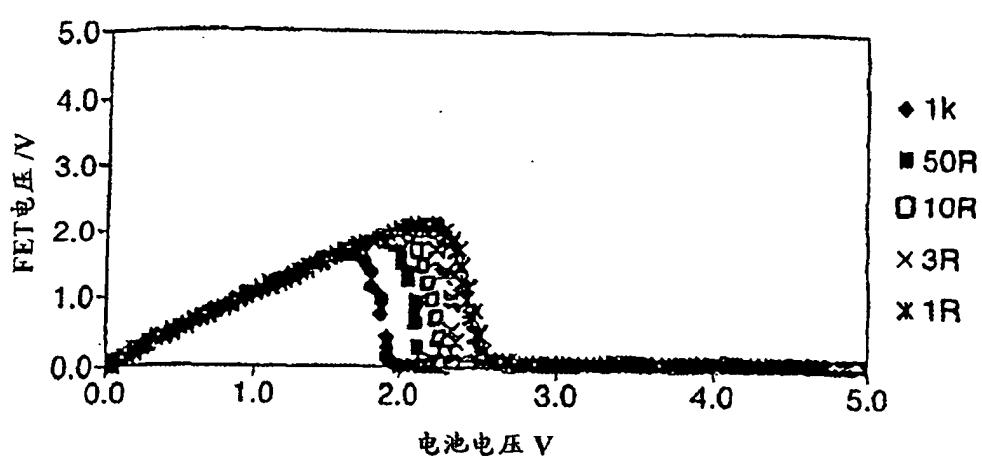


图 16

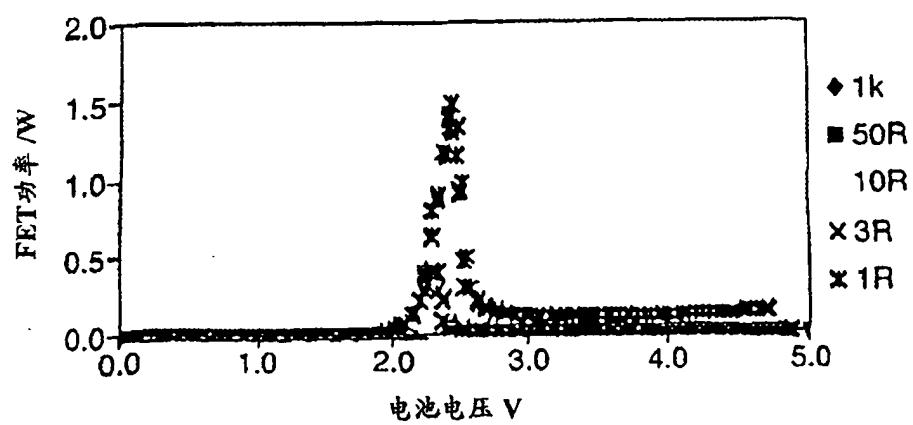


图 17

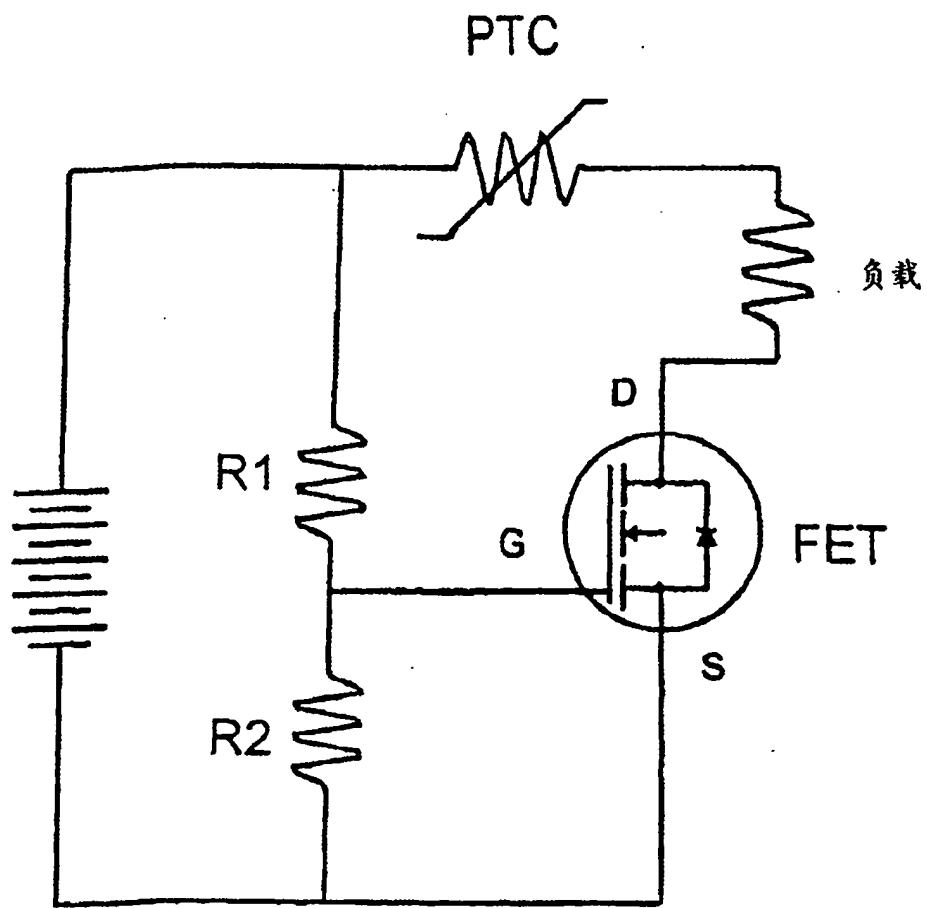


图 18

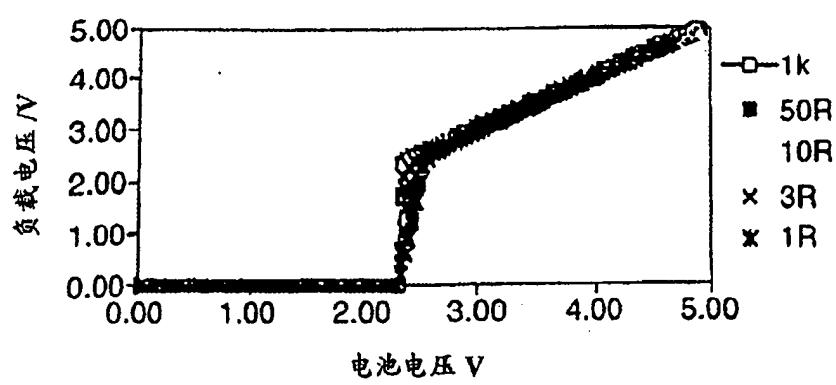


图 19

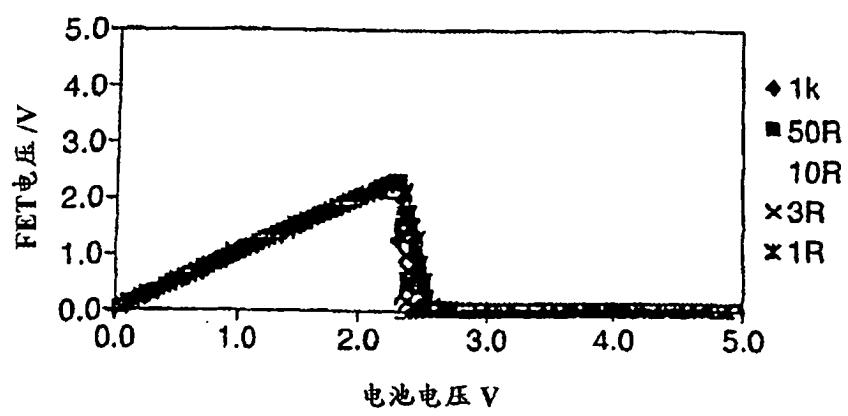


图 20

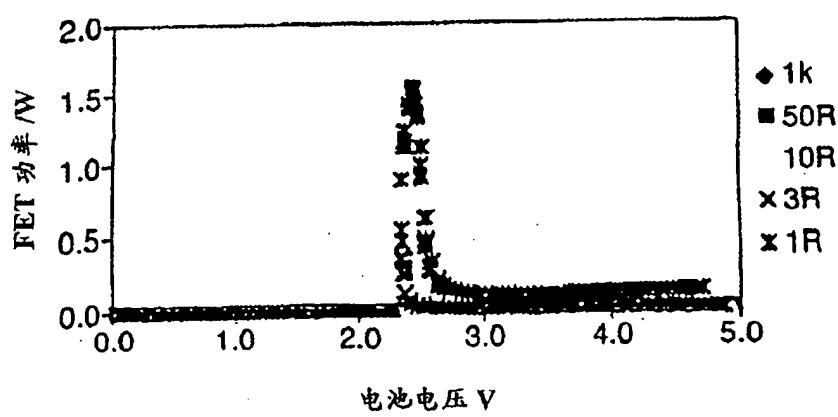


图 21

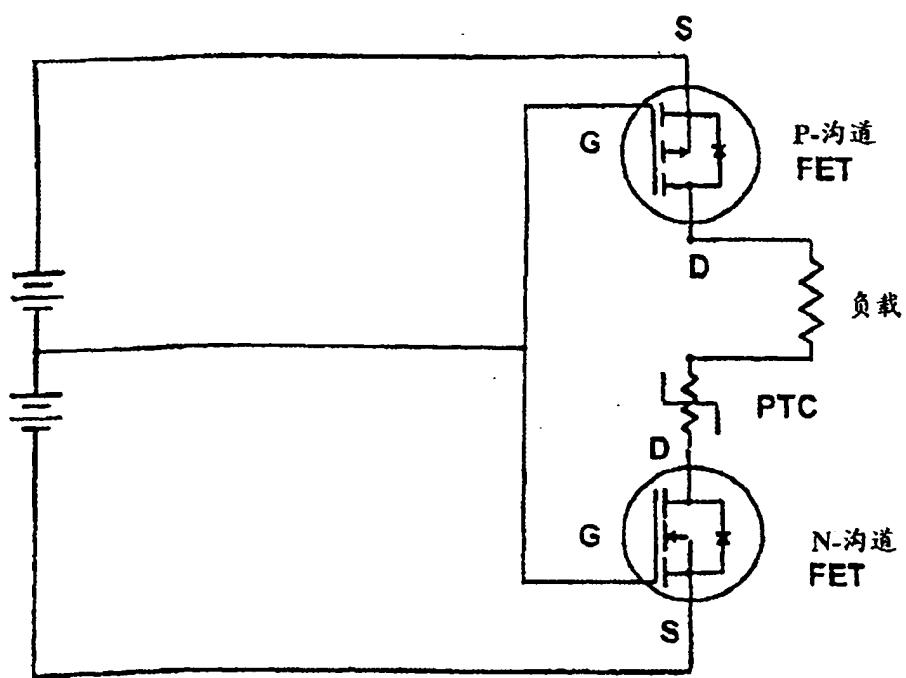


图 22

A型

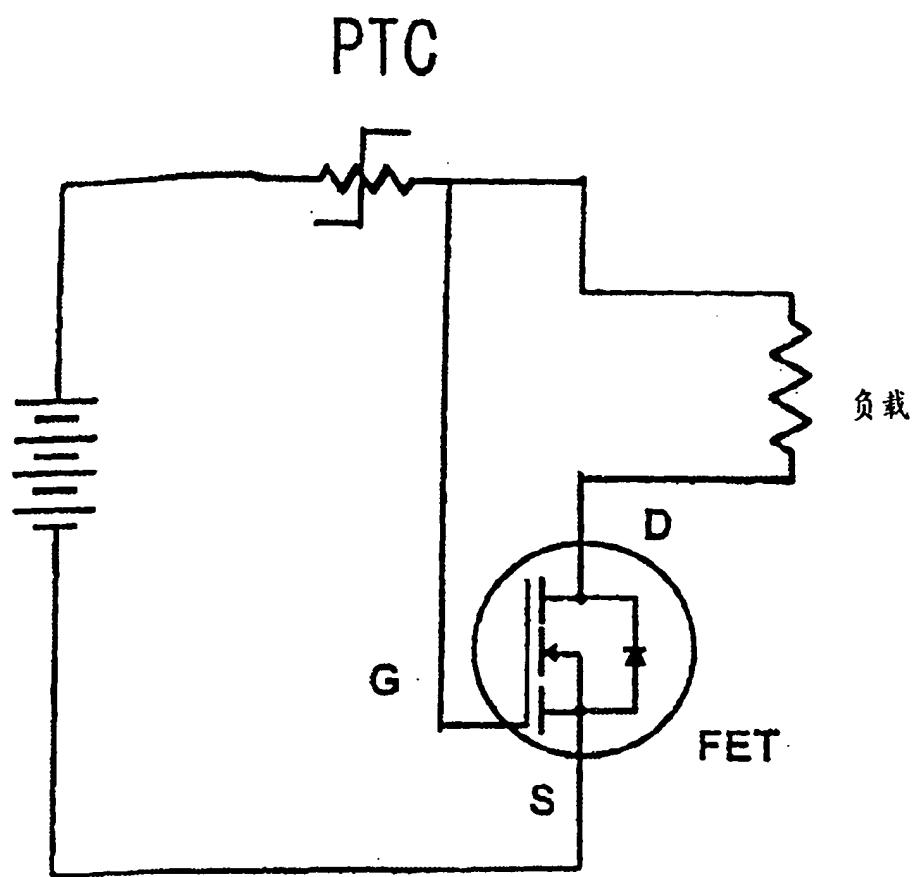


图 23

B型

PTC

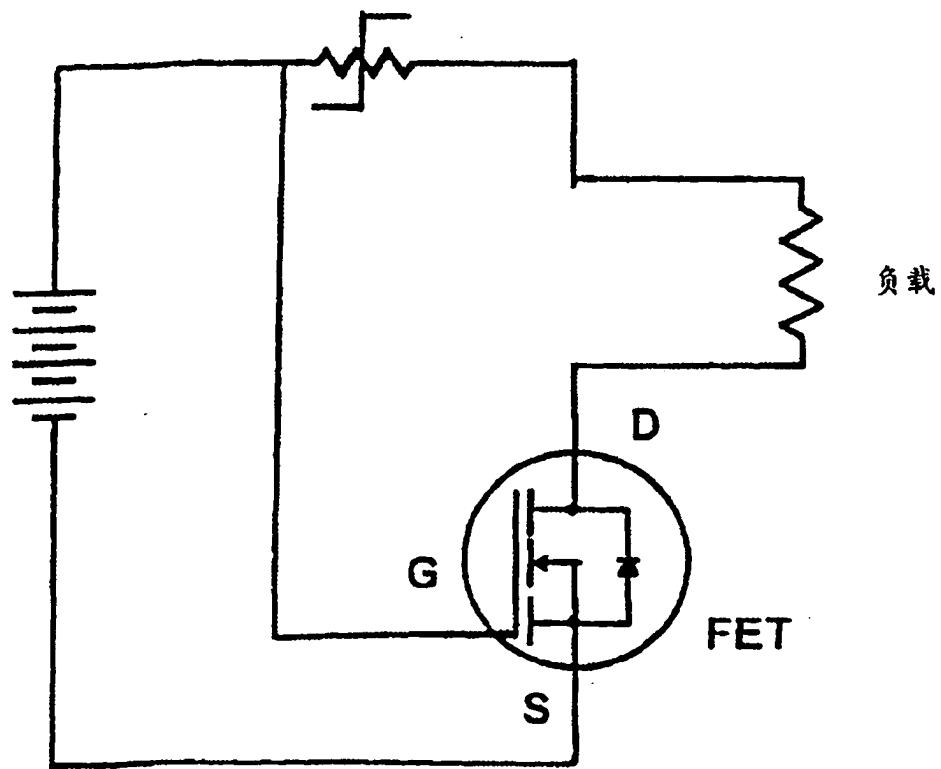


图 24

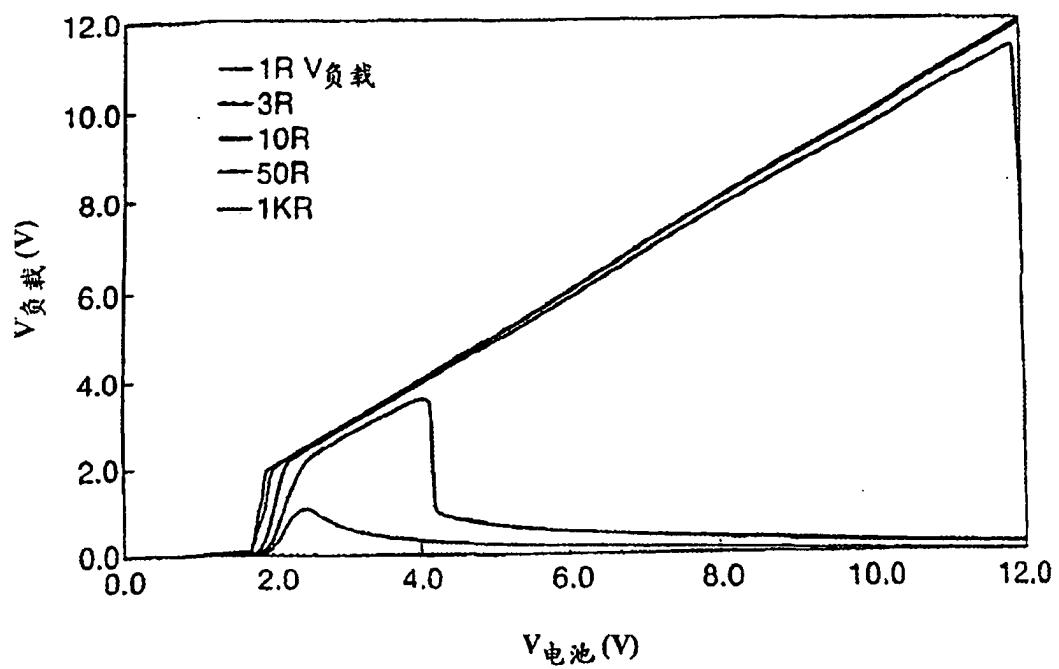


图 25

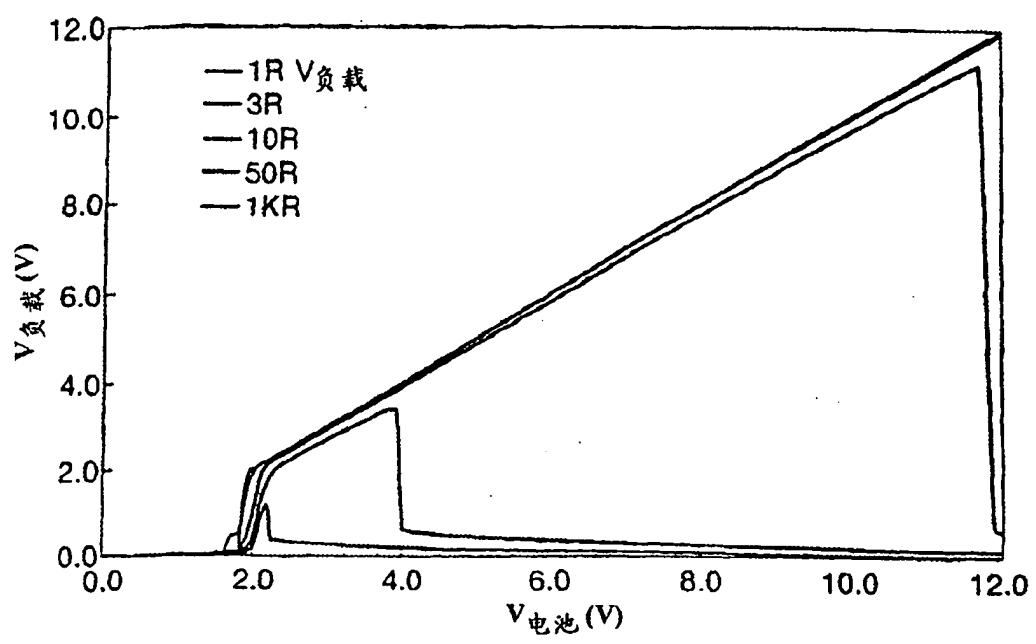


图 26

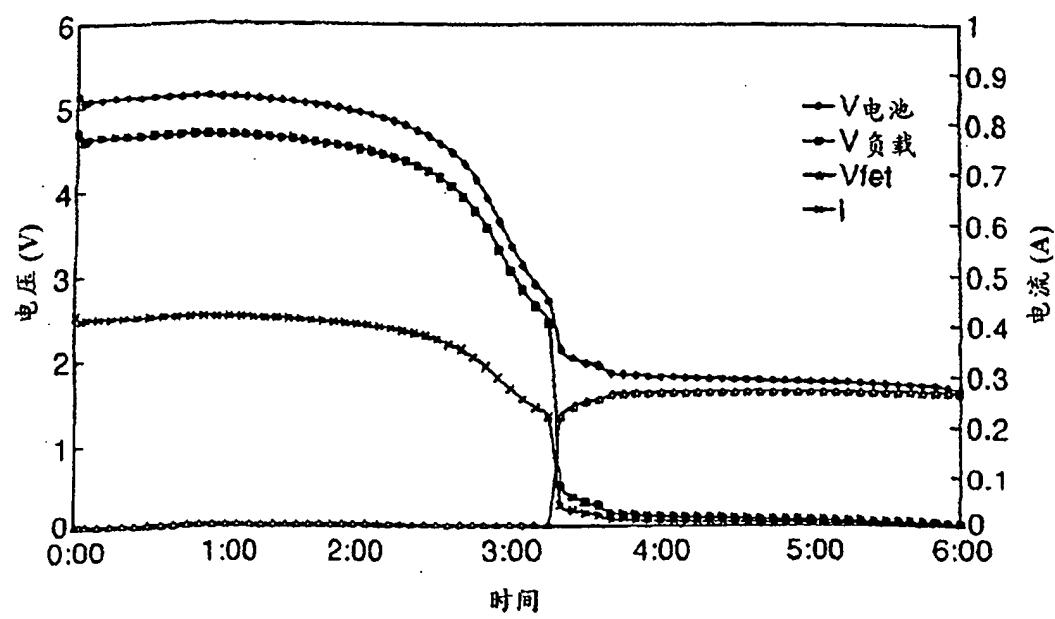


图 27